Lane Medical Library

Aus der Abteilung für Zahn- und Kieferersatz (Leiter Prof. Dr. K. Falck)
des zahnärztlichen Institutes (Vorstand Prof. Dr. P. Kranz)
der Universität München.

Untersuchungen über die Möglichkeiten der Erzielung einer glatten Oberfläche beim zahnärztlichen Gussverfahren.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
der Hohen medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Artur Fischer
Zahnarzt aus Kassel.

Februar 1930.

Druck der Salesianischen Offizin in München.

Die Tatsache, dass jedes Metall (Wismut ausgenommen) dann, wenn es im flüssigem Zustande in eine Form gegossen wird, andere Ausmasse zeigt, wie das zur Herstellung verwandte Modell, gab Veranlassung, nach Mitteln und Wegen zu suchen, dieses Schwindmass, das heisst Volumenverringerung, Kontraktion und Lunkerung auf ein Minimum herabzudrücken. Die Erfolge, die in dieser Beziehung erreicht wurden, sind schon so beachtenswert, dass bei geeigneter Behandlung des zur Herstellung der Gussform gebrauchten Wachses und der Einbettungsmasse, die Formverminderung des fertigen Gusses kaum noch über 0,2 % linear beträgt. Damit ist das Mass der Schwindung so gering, dass sie praktisch kaum noch Bedeutung hat. Weil aber mit geringen Ausnahmen die zahnärztlichen Gussobjekte, namentlich Füllungen, Halb- oder Dreiviertelkronen, Befestigungsschienen und dergleichen Präzisionsarbeiten sein müssen. die, wenn nicht der Sitz und der exakte Randschluss gefährdet werden sollen, Ausarbeiten mit Feile und Steinchen nur in ganz bestimmtem geringen Umfange zu lassen, so spielt die glatte Oberfläche des Gusses eine nicht unerhebliche Rolle. Die Erfahrung hat gelehrt, dass wir mit den im Handel befindlichen Einbettungsmassen das eine Mal einen Guss mit verhältnismässig glatter, das andere Mal einen Guss mit rauher gekörnter Oberfläche erhalten. Da also dieses verschiedene Verhalten mehr oder weniger durch Zufälligkeiten bedingt war, erschien es wünschenswert zu wissen, wie man durch Wahl der Masse und geeignete Behandlung das Material bewusst nach dieser oder jener Richtung beeinflussen kann, um nicht mehr dem Zufall unterworfen zu sein, sondern in allen Fällen bestimmt das gewünschte Resultat zu erreichen.

Mir wurde daher die Aufgabe gestellt, die Ursachen aufzufinden, welche die rauhe Oberfläche unserer Gußstücke bedingen und die Wege zu zeigen, um jene zu verbessern. Dabei habe ich vor allem die Verhältnisse berücksichtigt, die für den Guss von Inlays wichtig sind. Die Versuchsergebnisse lassen sich aber ohne weiteres auf den Guss von Kronen und anderen Objekten anwenden.

Die Cavität im Zahne wird am Schlusse der Präparation für eine Gussfüllung mit Guttmannbohrern, das heisst Bohrern mit

untersuchte ich aber diejenige Wachsfläche, welche auf der polierten Metallfläche erstarrt war. Diese Oberfläche ist bei allen Wachsen gleich hochglänzend. Sie zeigt unter dem Mikroskop keine Unterschiede. Bei längerem Liegen allerdings überzieht sich die glänzende Fläche mit unter dem Mikroskop sichtbaren, sehr kleinen und regelmässig angeordneten weissen Pünktchen. Vielleicht eine Art des Alterns des Wachsmodelles und der dabei vorgehenden inneren Umwandlung. Makroskopisch verliert das Modell etwas von seinem Hochglanz. Die gleiche Erscheinung tritt auf nach dem Abwaschen des Modells mit Alkohol, wie ich es noch zeigen werde.

Zum Schlusse wählte ich einen ebenfalls in der Praxis gangbaren Weg. Ich erweichte ein Stück Wachs über der Flamme und drückte es in die Form ein. Die Wachse zeigten alle auf der Seite, die der Metallform, welche hier die Zahncavität vertritt, anlag, mehr oder weniger ausgeprägte Falten, die durch Verschieben der einzelnen Wachsteilchen gegeneinander beim Eindrücken entstanden sein mögen. Diese geringe Faltenbildung ist jedoch unwichtig. Um die auf der freien Oberfläche noch vorhandenen Risse zu entfernen, empfiehlt sich ein nur kurzes Abwischen mit einem in Chloroform getränkten Stücke Feuerschwamm. Watte ist ungeeignet, da sie zu rauh ist und selbst neue Verletzungen der Oberfläche setzen würde. Auf diese Art lässt sich ein relativ glattes Wachsmodell erzielen.

Es ist allgemein üblich, das aus dem Zahn genommene Wachsmodell mit einem fettlösenden Stoffe zur Reinigung abzuwaschen um ein gutes Sichanlegen der Einbettungsmasse zu gewährleisten. Benzin und Äther eignen sich dafür gar nicht, denn sie weichen die Oberfläche des Modells auf, die dann beim Verdunsten des Benzins oder Äthers sich stark schrumpfend wieder zusammenzieht. Die Oberfläche bekommt dadurch ein mosaikartiges Aussehen: Kleine, eingezogene Flächen mit scharfen, etwas erhabenen Rändern zeigen sich unter dem Mikroskop. Bei Äther bilden sich sogar makroskopische Schüppchen. Chloroform wirkt zu stark erweichend und lösend auf das Wachs, als dass es sich zum Abwaschen eignen könnte, Die oberflächlichen Wachsschichten verlören ihre Festigkeit und Widerstandskraft. Ein kurzes Abwischen des Modells im Zahne glättet jedoch, wie bereits erwähnt, die

Oberfläche. Beim Abwaschen des Modells mit 96 prozentigem Alkohol, den man abdunsten lässt, beobachtete ich im Mikroskop, dass sich die vorher glänzende Oberfläche des Wachsmodells mit unendlich vielen, ausserordentlich kleinen, dicht beieinanderstehenden Löchern bedeckte. Makroskopisch zeigte das Stück nur noch geringen Hochglanz. Ein weiterer Nachteil bei der Verwendung von Alkohol, Äther, Benzin ist die grosse Wärmemenge, die dem Wachsmodell entzogen wird und dieses sich kontrahieren lässt, wie Han[1] nachgewiesen hat. Das spätere Gußstück kann dann natürlich nicht exakt passen. — Um den Speichel vom Wachse zu entfernen, nimmt man am besten warme Sodalösung. Man vermeidet so alle Nachteile und erreicht denselben Zweck: Das gute Anlegen der Einbettungsmasse, die Voraussetzung für einen glatten, genauen und perlenfreien Guss. Will man noch ein übriges tun, dann tauche man ganz kurz das entfettete Wachsmodell in sehr dünne Seifenlösung. Die Einbettungsmasse haftet dann vorzüglich und Luftblasen werden unbedingt vermieden.

Demnach führt die Methode, wie sie zum Entfetten und zur Säuberung des Wachsmodelles vielfach empfohlen wird — Abwaschen mit Alkohol, Äther, Chloroform oder Benzin — zu Rauhigkeiten der Wachsoberfläche, die sich unbedingt im fertigen Guß zeigen müssen, also von vorneherein nicht die Gewähr für eine glatte Oberfläche geben.

Im nächsten Arbeitsgange erfolgt das Einbetten der Wachsform mit einer der vielen Einbettungsmassen, die im Handel erhältlich sind. Diese Massen sollen eine Anzahl von Bedingungen erfüllen. Sie sollen feuerfest sein, sich während des Erhitzens nicht kontrahieren, erwünscht ist eher eine geringe Expansion. Ferner müssen sie dem einschliessenden Golde genügend Widerstand entgegensetzen, damit dieses die Form nicht beschädigt. Und zuletzt müssen sie in unserem besonderen Falle feinkörnig genug sein — sie dürfen nicht zu viele grobe Körner besitzen, um sich in einer glatten Oberfläche dem glatten Wachsmodell anzulegen. Denn der Gehalt an groben Körnern ist es vor allem, der für das Oberflächenbild des Gußstückes verantwortlich ist. Um diesen Gehalt

[1] Han, Djie Siong: Experimentelle Untersuchungen zur weiteren Klärung des Gussproblems. Diss. München 1929.

an groben Körnern zu ermitteln, habe ich elf verschiedene Einbettungsmassen durch drei Siebe gesiebt. Die Siebe haben 2000, 3000 und 4000 Maschen auf den Quadratzentimeter. Die Maschen der einzelnen Siebe haben eine Seitenlänge von 0,15 mm, 0.115 mm und 0,08 mm. Ich habe verschiedene Grammengen jeder einzelnen Masse verwandt und die Ergebnisse immer auf ein Gramm umgerechnet, da die längere oder kürzere Zeit des Schüttelns möglicherweise einen mahlenden Einfluss hat. Ausserdem treten bei längerem Stehen der Massen Entmischungserscheinungen in Folge der verschiedenen spezifischen Gewichte der Bestandteile auf, aus denen die Massen zusammengesetzt sind. Im wesentlichen sind es Schamotte, Flußsand, Kaolin, Bimsstein, Asbest, Talk und andere neben Gips, der als Bindemittel den feuerfesten Materialien stets zugesetzt wird. Mit Sieben hörte ich auf, wenn ich mit dem Spatel über die Körner im Sieb streichen konnte, ohne dass sie sich noch verwischten. Liessen sie sich zerdrücken, waren also die groben Körner noch nicht von allen ihnen anhaftenden feinen befreit, dann habe ich noch eine Weile weitergesiebt.

Zusammenstellung der Ergebnisse in Prozenten.

	Durchgefallene Menge	Rückstand	Verlust
Biber			
Sieb 2000	97.04 %	0.13 %	2.83 %
Sieb 3000	93.06 %	0.68 %	6.26 %
Sieb 4000	87.89 %	1.78 %	10.33 %
Quarz			
Sieb 2000	98.24 %	0.48 %	1.28 %
Sieb 3000	94.92 %	2.90 %	2.18 %
Sieb 4000	85.21 %	9.78 %	5.01 %
Zimmermann			
Sieb 2000	97.36 %	0.71 %	1.93 %
Sieb 3000	93.63 %	2.74 %	3.72 %
Sieb 4000	86.04 %	6.88 %	7.08 %
Kerr			
Sieb 2000	97.38 %	0.88 %	1.74 %
Sieb 3000	93.30 %	2.96 %	3.74 %
Sieb 4000	86.51 %	6.75 %	6.74 %

	Durchgefallene Menge	Rückstand	Verlust
Weinstein			
Sieb 2000	97.38 %	1.05 %	1.71 %
Sieb 3000	94.91 %	2.39 %	2.70 %
Sieb 4000	89.18 %	5.50 %	5.32 %
Zweiling			
Sieb 2000	95.60 %	1.60 %	2.80 %
Sieb 3000	89.31 %	6.41 %	4.28 %
Sieb 4000	77.22 %	16.06 %	6.72 %
Genalin			
Sieb 2000	96.87 %	1.88 %	1.25 %
Sieb 3000	92.44 %	4.53 %	3.03 %
Sieb 4000	82.57 %	10.86 %	6.67 %
Wipla			
Sieb 2000	97.56 %	2.15 %	0.29 %
Sieb 3000	93.79 %	5.52 %	0.69 %
Sieb 4000	85.96 %	12.69 %	1.35 %
Mühlrath			
Sieb 2000	95.34 %	2.56 %	2.09 %
Sieb 3000	88.88 %	6.94 %	4.18 %
Sieb 4000	77.63 %	15.30 %	7.08 %
S. S. White			
Sieb 2000	92.37 %	4.88 %	2.19 %
Sieb 3000	82.62 %	11.47 %	5.91 %
Sieb 4000	71.51 %	20.47 %	8.00 %
Nagel			
Sieb 2000	91.53 %	7.13 %	1.35 %
Sieb 3000	80.51 %	15.79 %	3.70 %
Sieb 4000	68.69 %	25.40 %	5.91 %

In den folgenden graphischen Darstellungen sind die Prozentzahlen des Rückstandes bzw. des Verlustes in cm ausgedrückt: 25.40 cm bedeuten 25.40 %. Die Strecke, welche sich dann jeweilig ergab, trug ich bei den Darstellungen I und II auf drei Vertikalen ab, die sich in den Punkten 2000, 3000 und 4000 der Horizontalen im willkürlichen Abstand von 5 cm, den drei Sieben

entsprechend, errichtete. Die Endpunkte dieser abgetragenen Strekken verband ich für jede Masse miteinander. Diese Kurven geben ein klares Bild des Verhältnisses der groben Körner bei den einzelnen Massen und den drei Sieben.

Bei der Darstellung III, zeichnete ich die einzelnen Strecken, die den Prozentzahlen des Rückstandes und des Verlustes entsprechen als Säulen nebeneinander.

Besprechung der graphischen Darstellung I.

Aus der ersten graphischen Darstellung ersieht man das Verhältnis des Gehaltes an groben Körnern bei den einzelnen Massen. Für die Güte jeder Masse ist das Ergebnis mit Sieb 4000 massgebend, denn dieses Sieb hält alle groben Körner zurück. In der Reihenfolge, die sich daraus ergibt, bespreche ich die einzelnen Massen. Biber hat einen ausserordentlich geringen Gehalt an groben Körnern. Ihre Kurve steigt nur sehr wenig an, um bei Sieb 4000 den Wert 1.78 zu erreichen. Die drei nächsten Massen, Weinstein, Kerr und Zimmermann, liegen mit ihren Kurven dicht beieinander zwischen den Werten 5.50 und 6.88 bei Sieb 4000. Quarz, dessen Kurve zuerst mit den der drei zuletzt genannten Massen zusammenläuft, liegt bei Sieb 4000 schon im zweiten Drittel der Darstellung mit 9.78. Genalin, Wilpa, Mühlrath und Zweiling, die jetzt folgen, sind ungefähr gleichwertig. Ihr Gehalt an groben Körnern schwankt zwischen 10.86 für Genalin und 16.06 für Zweiling. S. S. White und Nagel haben die meisten groben Körner. S. S. White steigt bis auf 20.47, Nagel sogar bis auf 25.40 bei Sieb 4000.

Besprechung der graphischen Darstellungen II und III.

Um ein abschliessendes Urteil zu gewinnen, muss ich noch die Darstellung II besprechen, welche die Verlustzahlen in Kurven wiedergibt. Diese Verlustzahlen sind die Differenz zwischen der Ausgangsmenge, die ich gesiebt habe und der Summe aus der durchgefallenen und der zurückgebliebenen Masse. Sie geben an, wieviel Prozent bei dem Sieben in die Luft zerstäubt worden sind oder im Sieb hängen blieben. Es wird sich dabei stets um die fein-

sten Bestandteile der einzelnen Massen gehandelt haben. Die Verlustzahlen erlauben also umgekehrt einen Schluss auf die Menge der feinsten Stäubchen zu ziehen. In diesem Sinne ist die Zeichnung II zu verstehen. Sie muss von oben gelesen werden, da hier, im Gegensatz zu Blatt I die stäubchenreichste und darum hervorzuhebende Masse die grössten Verlustzahlen hat. Die Unterschiede im Gehalt an Stäubchen sind zwischen den einzelnen Massen wesentlich kleiner als die in Bezug auf die Menge an groben Körnern. Die darstellenden Strecken haben bei Sieb 2000 eine Länge von 2.83 cm für Biber und 1.25 cm für Genalin. Bei Sieb 3000 liegt die Länge der Strecken zwischen 6.26 cm für Biber und 2.18 cm für Quarz. Der Unterschied wird noch etwas geringer bei Sieb 4000 mit 10.33 cm für Biber und 5.01 cm für Quarzsand. Wir haben also bei allen drei Sieben etwas mehr als den doppelten Gehalt an Stäubchen bei der ersten Masse Biber im Vergleich zur zehnten Masse Quarzsand. Die übrigen Massen liegen in geringen Abständen zwischen diesen beiden. Wiplamasse nimmt dagegen eine Sonderstellung ein. Sie zeichnet sich durch sehr geringen Stäubchengehalt aus.

Um eine absolute Reihenfolge der Massen aufzustellen, die den Gehalt an groben Körnern als auch an Stäubchen berücksichtigt, habe ich die einzelnen Prozentzahlen der Siebe jeder Masse zusammengezählt und dann die Summe der Verlustzahlen durch die Summe der Rückstandszahlen dividiert. Dabei ergeben sich folgende Werte und diese Reihenfolge:

1.	Biber	7.49
2.	Zimmermann	1.232
3.	Kerr	1.15
4.	Weinstein	1.088
5.	Quarz	0.643
6.	Genalin	0.634
7.	Zweiling	0.573
8.	Mühlrath	0.538
9.	S. S. White	0.437
10.	Nagel	0.227
11.	Wiplamasse	0.114

Ein Bild des Verhältnisses von Rückstand und Verlust zueinander gibt die Darstellung III. Bei Biber übertreffen die gestrichelten Linien (der Stäubchengehalt) weit die ausgezogenen (die Menge der groben Körner) an Länge. Bei den folgenden Massen Zimmermann, Kerr und Weinstein halten sich die groben Körner und die Stäubchen ungefähr die Wage, das geht auch aus ihrer absoluten Wertzahl hervor, die nahe bei 1 liegt. Dabei hat Weinstein die wenigsten groben Körner. Jetzt schlägt das Verhältnis um. Die ausgezogenen Strecken übertreffen immer stärker die gestrichelten. Dabei nehmen gleichzeitig die gestrichelten Linien zu. Trotzdem sinkt der Wert der Masse, da das Verhältnis zu berücksichtigen ist. Mit S. S. White erreicht die Gesamtlänge der gestrichelten Linien den zweithöchsten Wert, etwas unter Biber. Bei Nagel fallen die gestrichelten Strecken wieder stark ab, um bei der Wiplamasse den allerkleinsten Wert zu erreichen.

Ich unterscheide auf Grund der eben besprochenen Versuchsergebnisse bei allen Massen drei verschieden grosse Arten von Körnern: erstens die, welche ich mit meinen drei Sieben zurückzuhalten vermochte, die groben Körner, — zweitens diejenigen, die beim Sieben in die Luft zerstäubt wurden, den Verlust, die feinsten Körner oder Stäubchen, — drittens solche, welche fein genug sind, um durch die Siebe durchzufallen, aber noch zu grob, um als Stäubchen zu gelten. Sie stellen den Hauptbestandteil der einzelnen Masse dar. Auf eins und zwei ist das Hauptaugenmerk zu richten. Denn sie sind ausschlaggebend für die Güte einer Masse in Bezug auf eine glatte Formwandoberfläche, die Voraussetzung für einen glatten Guss. Biber hat sehr wenig grobe Körner, dagegen die meisten Stäubchen. Sie wird am ehesten befähigt sein, sich der geglätteten Wachsmodelloberfläche vollkommen anzulegen und damit im Negativ dieselbe Glätte zu bewahren. Die Lücken zwischen den noch vorhandenen groben Körnern, die als eine Art Kristallisationsmittelpunkt für die Stäubchen gelten können und der Form den Halt geben, werden völlig von den Stäubchen ausgefüllt. Das Ergebnis muss eine glatte Formwand sein. Eine Masse, die nur aus feinsten Stäubchen bestünde, würde sicher nicht eine genügend widerstandsfähige Form geben, um den Anprall des eindringenden Goldes auszuhalten. Bei den folgenden Massen (Zimmer-

mann, Kerr, Weinstein) ist das Verhältnis weniger günstig. Um eine Lücke zwischen drei groben Körnern auszufüllen, sind sicher mehr als drei Stäubchen notwendig. Und bei ihnen ist das Verhältnis ungefähr gleich Eins. Die letzten Massen werden immer ungünstiger. Die Stäubchen reichen nicht mehr aus, um die Lücken zu füllen. Mit Wipla wird ein ausserordentlich geringer Gehalt an feinsten Körnern erreicht. Die Oberfläche kann daher gar nicht glatt werden, da das Porenfüllmaterial fehlt. Beim Sieben fiel mir auf, dass diese Masse bei einigen wenigen Erschütterungen des Siebes bereits durchfiel. Die Körner sind alle von einander getrennt und selbständig. Sie haften nicht aneinander. Bei Biber musste dagegen sehr lange geschüttelt werden, um die feinen Körner von den groben zu lösen und durchfallen zu lassen. — Ich glaube bewiesen zu haben, dass es unnötig ist, nach sehr feinkörnigen Stoffen zu suchen und sie einer Einbettungsmasse zuzusetzen, als Füllmaterial, wie es F. Jung[1] versucht. Die Zusammensetzung der Masse wird dadurch kompliziert. Ich habe in Biber die bei weitem feinkörnigste Masse gefunden, die ich bei allen weiteren Versuchen anwandte.

Die Formwandgestaltung.

Es soll jetzt das Anrühren der Einbettungsmassen besprochen werden und die verwandten Flüssigkeiten. Man nimmt dazu abgekochtes oder abgestandenes Wasser, das nur noch wenig Luft enthält, um Blasen zu vermeiden. Die im Wasser befindliche Luft ist es aber am wenigsten, die zur Luftblasenbildung führt. Die meisten Luftblasen werden bei längerem Anrühren in die Masse hineingerührt und dann mit dem Brei bei hastigem Einpinseln des Modells auf es mit hinübergenommen. Sie kommen zufällig auf das Modell zu liegen und verursachen dann beim Guss eine Perle. Einen anderen Einfluss, ausser diesem unerwünschten hat längeres oder kürzeres Anrühren nicht auf die Formwandoberfläche. Ich habe bei meinen Versuchen die Massen mit drei verschiedenen Flüssigkeiten angerührt: mit abgekochtem Wasser; mit einer Garantollösung und mit verschieden prozentigen Lösungen von Wasserglas

[1] Jung, Fritz, Studien über Einbettungsmassen und ihren Einfluss auf die Oberflächengestaltung von Gussarbeiten. D. Z. W. 1926, Nr. 7.

in abgekochtem Wasser. Die Wachsmodelle stellte ich aus flüssig eingebrachtem Harvardwachs in der Form $8 \times 5 \times 2$ mm mit polierter Grundfläche her. Das Wachsmodell zeigte dadurch auf der einen Seite Hochglanz und die dieser Seite zugekehrte Wand der Form wurde untersucht. Um das Oberflächenbild der Form bei den einzelnen Versuchen zu gewinnen, habe ich in die von Han angegebenen Papierzylinder eingebettet. Ich vermied dadurch gleichzeitig eine Beschädigung der Formwand durch eine eventuelle Ausdehnung der in einem eisernen unnachgiebigen Gusszylinder eingesperrten Masse nach dem Inneren zu. Das Wachs liess ich auf kleiner Flamme aus, der Zylinder wurde in einem Muffelofen geglüht und an der Luft langsam abgekühlt. Dann wurde er zerschnitten. Die Einbettungsmasse wurde in einem Verhältnis von einem Teil Flüssigkeit zu zwei Teilen Masse angerührt. Die Konsistenz war dick rahmig, die Masse tropfte gerade noch vom Löffel ab. Die ersten Formen wurden aus den verschiedenen mit abgekochtem Wasser angerührten Einbettungsmassen hergestellt. Bild III zeigt die grobkörnigste Masse Nagel, Bild IV die feinste Masse Biber. Diese zwei Bilder bestätigen die Siebergebnisse. Die übrigen Massen bilden eine allmähliche Überleitung von Biber zu Nagel.

Sehr glatte Formwände erhielt ich durch Anrühren der Bibermasse mit einer Lösung von Garantol in Wasser. Garantol besteht aus Ätzkalkpulver und Spuren von Gips und Eisenoxyd. Es dient zur Eierkonservierung durch Verstopfen der Poren der Eischale. Und ein ähnliches Porenverstopfen brauchen wir, um eine glatte Formwand zu erreichen. Bei längerem Stehen der Garantollösung an der Luft scheidet sich Calciumcarbonat an der Wand des Glases ab. Die gleiche Reaktion tritt bei dem langen Trocknen der Muffel ein. Das entstehende Calciumcarbonat verstopft die Poren der Masse. Das Ergebnis ist die glatte Formwandoberfläche. Ich rührte die Masse mit einer Lösung von 10 g des käuflichen Garantols in 90 g Wasser an. Den Zylinder liess ich 48 Stunden im warmen Zimmer trocknen. Bild V zeigt die Photographie eines solchen Stückes. Der Unterschied gegenüber den Bildern III und IV ist ausserordentlich krass. Garantol schiene sich demnach sehr gut zur Glättung der Formwand zu eignen. Leider ist aber das Calciumcarbonat nicht hitzebeständig. Es zersetzt sich, wenn es mit dem

glühenden Golde in Berührung kommt. Das entstehende CO_2 führt dann zu grossen Blasen im Guss.

Wiplamasse enthält als einzige Masse keinen Gips, da sie zum Gusse von Chromnickelstahl verwandt wird. Bei der dabei notwendigen Temperatur von 1600 bis 1700° zerfällt der Gips. Sie muss laut Vorschrift mit einer Lösung von 125 g Wasserglas in 200 g Wasser zu einem dünnen Brei angerührt werden. Dieser wird dann Schicht um Schicht im Gusszylinder bei eingesetztem Wachsmodell mit trockener Masse abgesättigt. Die Muffel wird 2 Stunden lang bei 200° getrocknet und vor dem Gusse auf Rotglut erhitzt. Hier übernimmt das Wasserglas die Rolle des Gipses. Es ist das bindende Mittel für die einzelnen Sandkörner. Einige Probegüsse mit dieser Masse ergaben einen gleichmässig rauhen Guss, wie das Bild VII zeigt. Sie kommt für unsere Zwecke also nicht in Frage.

Nimmt man Wasserglas in 10—5%iger Lösung, dann ist auch ein Einbetten mit Bibermasse möglich. Der Brei ist allerdings sehr dick, der Abbindeprozess dauert sehr lange. Der geglühte Zylinder zeigt eine Formwand mit kristallinem Aufbau. Einzelne Kristallnädelchen verflechten sich miteinander, wie auf Bild VIII deutlich zu erkennen ist. Die Formwand macht dabei einen glatten Eindruck. — Die Oberfläche eines Probegusses zeigen die Bilder IX und X. Sie ist sehr fein gekörnt. Die groben Rauhigkeiten sind durch die Verbrennungsrückstände des Wachses verursacht. Am Gußstück selbst lassen sich mit den Fingern keine rauhen Stellen mehr fühlen. Es ist vollkommen glatt.

Einen Einfluss der Vorwärmetemperatur auf die Formwand konnte ich nicht feststellen. Ebensowenig fand sich ein Unterschied bei Verwendung verschiedener Wachse. Dagegen trat eine andere Erscheinung auf. Es lagen auf der untersuchten Wand bei allen Verwendeten Wachssorten mehr oder weniger, grosse, gelbliche und rötliche Körner, z. B. das grosse Korn auf Bild V. Diese Körner sind die nichtbrennbaren Ascherückstände des ausgeschmolzenen Wachses. Sie verursachen die schon meist makroskopisch sichtbaren Rauhigkeiten unserer Gußstücke. Bild XI zeigt einen kleinen Teil der Verbrennungsrückstände von 0.5 g Harvardwachs. Solche Rückstände habe ich bei allen Wachsen gefunden, und ehe

es nicht ein Wachs gibt, das wirklich restlos verdampft und verbrennt, wird man immer wieder grosse Rauhigkeiten im fertigen Gußstück antreffen.

Eine letzte Ursache für die Rauhigkeiten unserer Gußstücke sind die Verletzungen der Formwand durch das einschliessende Gold. Man muss darum den Golddruck möglichst klein halten und eine Einbettungsmasse verwenden, die sehr widerstandsfähige Formwände liefert. Belastungsversuche von wie Gußzylinder vorgewärmten Stücken ergaben, dass der höchst zulässige Druck zwischen 785 g und 1235 g bei den einzelnen Massen schwankte. Die grobkörnigen Massen z. B. Nagel halten einen etwas grösseren Druck aus als die feinkörnigen z. B. Biber. Diesen Nachteil gleicht jedoch die Verwendung von Wasserglas aus. Es härtet die feinkörnigen Massen und erhöht ihre Widerstandskraft.

Zusammenfassung.

Man wähle ein Wachs, das nur wenig Verbrennungsrückstände hinterlässt und drücke oder träufle es in die gut präparierte Kavität ein. Die sichtbare Oberfläche lässt sich mit Schabern glätten. Die letzten Risse entfernt man, indem man jene mit einem mit Chloroform getränkten Stück Feuerschwamm abwischt. Auf der der Kavität anliegenden Seite des Wachsmodells darf eine Bearbeitung nicht stattfinden. Der Sitz des späteren Gußstückes würde dadurch ungenau werden. Vielmehr hat man alles zu vermeiden, was zur Veränderung des Oberflächenbildes dieser Fläche führen könnte. Ich empfehle nun das Modell zur Reinigung von Speichel mit einer warmen Sodalösung abzuwaschen. Eine Beeinträchtigung der Oberfläche konnte dabei nicht festgestellt werden. Das Einbetten in einen Papierzylinder geschah mit der feinkörnigsten Masse Biber. Sie liefert mit 5%iger Wasserglaslösung angerührt eine glatte Formwand. Die Härte ist ebenfalls gross genug, um dem genau eingestellten Golddrucke zu widerstehen. Der fertige Guss braucht nur noch poliert zu werden, ein Ausarbeiten ist nicht mehr nötig.

Die angeführten Bilder und Kurven habe ich in dem der medizinischen Fakultät eingereichtem Exemplar meiner Arbeit niedergelegt.

Lebenslauf.

Ich, Artur, Heinrich, Hermann, Karl Fischer wurde am 21. IV. 1907 als Sohn des Zahnarztes Dr. Hermann Fischer und seiner Frau Emilie geb. Ursch zu Cassel geboren. Von Ostern 1913—Ostern 1915 besuchte ich die Bürgerschule, von Ostern 1915 — Ostern 1916 die Städtische Vorschule zu Cassel. Ostern 1916 wurde ich in die Sexta der Oberrealschule I zu Cassel aufgenommen, die ich Michaelis 1918 als Quartaner verliess, um in die Quarta der Oberrealschule in Chemnitz einzutreten. Im März 1925 erhielt ich an dieser Schule das Zeugnis der Reife. Nach einem volkswirtschaftlichen Semester in Hamburg, Sommer 1925, wurde ich bei der medizinischen Fakultät der Universität in München im Herbst 1925 immatrikuliert und studierte dort acht Semester Zahnheilkunde. Am 19. Dezember 1929 erhielt ich meine Approbation als Zahnarzt.